

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

"На правах рукопису"
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.В. Коваль
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2018р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 122 Інженерія програмного забезпечення
за спеціалізацією Програмне забезпечення розподілених систем
на тему Система підготовки до змагань в горах з використанням методу гіпокситерапії

Виконав: студент 6 курсу, групи ТВ-371мп
_____ Штокал Євген Петрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник Професор Сліпченко В. Г. _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Д. Т. Н., проф., проф. Кабанячий В. В. _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет	теплоенергетичний (повна назва)
Кафедра	автоматизації проектування енергетичних процесів і систем (повна назва)
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	122 Комп’ютерні науки та інформаційні технології (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____	О.В. Коваль
(підпис)	(ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20 ____ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Штокалу Євгену Петровичу

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації: Система підготовки до змагань в горах з використанням методу гіпокситерапії
науковий керівник Сліпченко В. Г., Професор
дисертації (прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2018 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації: 10 грудня 2018 року

3. Об’єкт дослідження: Система підготовки з використанням методу гіпокситерапії

4. Предмет дослідження: Система підготовки до змагань в горах з використанням методу гіпокситерапії

5. Перелік питань, які потрібно розробити:

5.1. Аналіз сучасних систем підготовки до змагань в горах.

5.2. Аналіз методу гіпокситерапії.

5.3. Аналіз шляхів оптимізації система підготовки до змагань в горах з використанням методу гіпокситерапії.

5.4. Розробка оптимізованого програмного комплексу.

5.5. Тестування розробленого пограмного комплексу на результативність.

5.6. Розробка засобів прискорення реалізації та впровадження методу гіпокситерапії.

5.7. Розробка стартап-проекту.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

6.1. Презентація PowerPoint відповідно до теми дисертації.

7. Дата видачі завдання « 11 » вересня 2018р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Затвердження теми роботи	17.05.2018	
	Вивчення та аналіз задачі. Проведення дослідження по вибраній темі	01.06.2018- 03.09.2018	
	Розробка архітектури та загальної структури системи	03.09.2018- 28.09.2018	
	Програмна реалізація системи	01.10.2018- 26.10.2018	
	Захист програмного продукту	22.10.2018	
	Оформлення пояснювальної записки	02.09.2018- 10.12.2018	
	Передзахист	26.11.2018- 30.11.2018	
	Захист	19.12.2018	

Студент

(підпис)

Штокал Є.П.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

(підпис)

Сліпченко В. Г

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг дипломної роботи

Магістерська дисертація складається зі вступу, семи розділів, висновку, переліку посилань з 50 найменувань, 2 додатків, містить 7 рисунків, 13 таблиць. Повний обсяг магістерської дисертації складає 86 сторінок, з яких перелік посилань займає 5 сторінок, додатки – 9 сторінок.

Актуальність теми. Адаптація людини до висотної гіпоксії є складною неспецифічною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму. Адаптація до гіпоксії сприяє підвищенню резистентності організму до небажаних факторів зовнішнього середовища, а також поліпшує ефективність функціонування організму [1]. В спортивній практиці для підвищення функціональних резервів організму та підготовки до змагань використовують метод гіпокситерапії, але розрахунок режиму гіпокситерапії, зокрема тривалості гіпоксичного впливу, залишається невивченим [2]. Саме тому актуальною є задача розробки програмного продукту для розрахунку тривалості гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії і можливістю моніторингу регуляції дихання під час гіпоксичних тренувань.

Мета дослідження полягає в розробці програмного продукту, який дозволить відслідковувати характеристики системи регуляції дихання спортсмена під впливом гіпоксії, а також розраховувати тривалість гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії на підставі вивчення реакції організму спортсменів.

Для досягнення поставленої задачі були сформульовані наступні **завдання дослідження**, що визначили логіку дослідження та його структуру:

- проаналізувати існуючі методи гіпокситерапії та розрахунку режиму її проведення;
- дослідити сучасні методи підготовки спортсменів;
- розробити програмний продукт для визначення оптимальної тривалості гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії та моніторингу системи регуляції дихання.

Об'єктом дослідження є комп'ютерна інформаційна система для розрахунку тривалості гіпоксичного впливу при гіпокситерапії спортсменів та моніторингу системи регуляції дихання

Предметом дослідження є комп'ютерні технології та методи гіпокситерапії в спортивній практиці.

Методи дослідження. Розв'язання поставлених задач виконувались засобами комп'ютерного моделювання, зокрема з використанням наступних методів:

- математичні моделі методу гіпокситерапії для врахування параметрів організму спортсмена в умовах гіпоксії при розрахунку тривалості гіпоксичного тренування;
- математичні моделі методу гіпокситерапії для врахування параметрів організму спортсмена в умовах гіпоксії при моделюванні системи регуляції дихання.

Наукова новизна одержаних результатів. Найбільш суттєвими науковими результатами магістерської дисертації є:

– програмно реалізовано та поєднано математичну модель методу гіпокситерапії, що дозволяє спрогнозувати оптимальну тривалість гіпоксичного тренування спортсменів в залежності від видів спорту та математичну модель методу гіпокситерапії, що дозволяє моделювати систему регуляції дихання під впливом гіпоксії;

– удосконалено метод визначення оптимальної тривалості гіпоксичного тренування, до показників, що впливають на тривалість додано вид спорту.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в тому, що використання створеного програмного продукту може сприяти більш ефективному використанню методу гіпокситерапії в спортивній практиці.

Апробація результатів дисертації

Основні положення роботи доповідались і обговорювались на:

1. XVI Міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» (м. Київ, 22-25 квітня 2018 року).

2. IV Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (1-2 листопада 2018 року м. Дніпро).

Публікації. Наукові положення дипломної роботи опубліковані у 2 роботах.

Ключові слова: *гіпоксія, гіпокситерапія, регуляція дихання.*

ABSTRACT

Structure and volume of thesis

The master's dissertation consists of an introduction, seven sections, a conclusion, a list of references from 50 titles, 2 applications, contains 7 figures, 13 tables. The full volume of the master's dissertation is 85 pages, of which the list of links takes 5 pages, applications - 7 pages.

Topic: System of training of athletes for competitions in mountains using the method of hypoxia.

Actuality of theme. Adaptation of man to high altitude hypoxia is a complex non-specific integral reaction, which involves different systems of the body. Adaptation to hypoxia promotes increased resistance of an organism to unwanted environmental factors, as well as improves the functioning of the organism.

The purpose of the study is to develop a software product that will monitor the characteristics of the respiratory regulation system of the athlete under the influence of hypoxia, as well as calculate the duration of hypoxic effects during hypoxia therapy, based on the study of the reaction of the body of athletes.

The object of research is a computer information system for calculating the duration of hypoxic effects in athlete hypoxic therapy and monitoring of respiratory regulation.

Publications Scientific terms of thesis published in 2 works.

Key words: *HYPOXIA, HYPOXIA, REGULATION OF RESPIRATION.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1.АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ.....	11
1.1Поведінка людського організму в гірських умовах	11
1.2 Стадії адаптації до гіпоксії.....	13
1.3Вплив гіпоксії на організм спортсменів.....	15
Висновки до розділу 1	17
2.ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ	18
2.1Комп'ютерна програма «Гіппократ»	18
2.2 Комплекс «Тетра»	20
2.2.1Програма «теппінг-тест».....	20
2.2.2Тест статичної треморометрії по Меді	21
2.3Комп'ютерна програма «Фітнес»	21
2.4Мобільний додаток «Спорт. Моніторинг спортсмена».....	23
Висновки до розділу 2	24
3. ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ	25
3.1Середовище розробки MS Visual Studio 2015.....	25
3.2Технології для розробки інтерфейсу.....	26
3.3 Система управління базами даних MSSQL 2014.....	26
Висновки до розділу 3	27
4. ОПИС МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	28
4.1 Математична модель визначення оптимальної тривалості гіпоксичного тренування	28
4.2 Математична модель вентиляційної реакції людини в умовах гіпоксії....	36
Висновки до розділу 4	39

5. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ	40
5.1 Переваги реалізації використання технології ADO.NET у системі	40
5.2 Опис бази даних.....	43
Висновки до розділу 5.....	44
6. ІНСТРУКЦІЯ РОБОТИ З ПРОГРАМОЮ.....	45
Висновки до розділу 6.....	49
7. СТАРТАП ПРОЕКТ.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.1 Резюме проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.2 Організація проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.3 Канва бізнес-моделі проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.4 Ключові види діяльності проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.4.1 Вид проекту за характером інновації	Ошибка! Закладка не определена.
7.4.2 Спрямованість проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.4.3 Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.4.4 Основні бізнес-процеси проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.5 Ціннісні пропозиції та користувачі.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.5.1 Характер формування споживчої цінності проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.5.2 Зміст ідеї проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.5.3 Аналіз ідеї проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.5.4 Технологічний аудит ідеї проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.5.5 SWOT-аналіз проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.6 Взаємовідносини зі споживачами та канали збуту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.7 Обґрунтування ресурсів та витрат проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.7.1 Визначення ціни.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.7.2 Визначення обсягу виробництва продукції.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.7.3 Розрахунок загальних початкових інвестиційних витрат.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.7.4. Розрахунок виробничих витрат	Ошибка! Закладка не определена.

7.7.5 Розрахунок загальних витрат на реалізацію проекту по роках	Ошибка! Закладка не определена.
7.8 Грошовий потік та оцінка вартості проекту	Ошибка! Закладка не определена.
7.8.1 Формування грошового потоку від реалізації проекту	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки до розділу 7	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТОК А.....	56
ДОДАТОК Б	85

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БД	База даних
SQL	Structured query language — мова структурованих запитів
СУБД	Система керування базами даних
V_{O_2}	Об'єм спожитого кисню
ЗД	Зворотне дихання
БТС	Біотехнічна система
MSSQL	User Interface — інтерфейс користувача
COM	Component Object Mode—об'єктна модель компонентів
NPV	Net present value—чиста поточна вартість

ВСТУП

Адаптація людини до висотної гіпоксії є складною неспецифічною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму. Адаптація до гіпоксії сприяє підвищенню резистентності організму до небажаних факторів зовнішнього середовища, а також поліпшує ефективність функціонування організму [1]. Багаточисельними дослідженнями встановлено, що підвищення стійкості організму до дії гіпоксії та формування адаптації до неї поліпшує кисневу забезпеченість організму та підвищує фізичну витривалість. У спортивній практиці для підвищення функціональних резервів організму та підготовки до змагань використовують метод гіпокситерапії, але розрахунок режиму гіпокситерапії, зокрема тривалості гіпоксичного впливу, залишається невивченим [2]. Саме тому актуальною є задача розробки програмного продукту для розрахунку тривалості гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії.

Вирішенням цієї задачі є впровадження в центрах підготовки спортсменів аналітичної системи підготовки спортсменів. Це система аналізу, що дозволяє визначити оптимальну тривалість гіпоксичного впливу в залежності від вхідних параметрів.

Мета дослідження полягає в розробці програмного продукту, який дозволить розраховувати тривалість гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії в залежності від різних параметрів організму спортсмена, а також його виду спорту.

Наприклад, для визначення тривалості періодичного дихання гравців регбі було використано метод регресійного аналізу, який визначає роль кожного показника системи транспорту кисню при забезпеченні гіпоксичної ефективності [2].

Програмний продукт, побудований на таких моделях, дає змогу користувачу порахувати оптимальну тривалість гіпоксичного тренування на основі введених в систему вхідних даних та обраного виду спорту (біг з перешкодами, карате, регбі), а також відслідковувати зміну параметрів системи регуляції дихання. Також функціоналом програми передбачені можливості користувача у додаванні нових спортсменів, редагуванні інформації про існуючих, збереження змін у базі даних, перегляд інфографіки про зміни значень параметрів організму.

Потенційними користувачами програмного продукту є працівники фізіотерапевтичних відділів лікарень, центрів підготовки спортсменів, спортивних клубів та організацій, особисті фізіотерапевти спортсменів.

З використанням системи підготовки спортсмени, адаптовані до навантажень на витривалість, пристосовуються до умов середньогір'я і високогір'я швидше, ніж особи, що не займаються спортом, або спортсмени, що спеціалізуються в швидкісно-силових видах спорту. Наприклад, для досягнення максимальних величин об'єму циркулюючої крові і маси циркулюючих еритроцитів на висоті 3200 м в умовах звичайного режиму життя необхідно близько 40 днів. Проте залежно від перерахованих вище чинників цей період може бути скорочений в 1,5-2 рази [3].

Функціонування запропонованого програмного продукту та його роль в системі підготовки спортсменів до умов гіпоксії слід розглядати як початковий процес, здатний враховувати зміни, що відбудуться з людиною в гірських умовах, а також спрогнозувати оптимальну тривалість гіпоксичних тренувань. Розроблений програмний продукт може бути інтегрованим в більш складні системи підтримки прийняття рішень або ж функціонувати як окремий модуль.

1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ

В рамках дисертації був виконаний науковий аналіз проблеми підготовки спортсменів до змагань в горах, зокрема проблему природної гіпоксії та методів адаптації до неї.

1.1 Поведінка людського організму в гірських умовах

Проблема тренувань та змагань спортсменів у горах привертає увагу фахівців у галузі спорту після створення XIX олімпійської столиці - Мехіко, розташованого на висоті 2290 м над рівнем моря. З того часу спорт став сферою діяльності, в якій вивчення впливу гіпоксії на навантаження відбувається найбільш інтенсивно. Спочатку обмежувалася інтересами дослідників акліматизації, проблема в середині середини, оскільки значне зниження парціального тиску кисню в повітрі впливає на продуктивність спортсменів, що несуть свої навантаження, найважливішу активність функціональних систем. Проте експериментальні матеріали, отримані в ході досліджень в горах, а також в штучній гіпоксії, спортивні результати, показані в різних спортивних дисциплінах на Іграх 1968 року, призвели до значного збільшення розгляду природного та штучного тренування гіпоксії. Це було сприйнято не тільки як фактор успішної підготовки до змагань, що мали місце в горах, але також як засіб ефективної мобілізації функціональних резервів та переходу на новий,

більш високий рівень адаптації кваліфікованих спортсменів до участі в змаганнях в звичайних умовах [4].

Додатковим імпульсом для розробки проблем адаптації до гірських умов у зв'язку з практичними проблемами спорту з найвищими досягненнями стали успішні виступи далеких бігунів у ряді африканських країн, які живуть і тренуються у високих горах і в середньому [5]. Першим сюрпризом було своєрідне виступ на Олімпійських іграх 1960 р. А. Бікіла, який зумів здобути перемогу в марафоні. Пройшовши багатьох відомих спортсменів у ці роки.

Серед чинників, що впливають на організм людини в гірських умовах, найважливішими є зниження атмосферного тиску, щільність атмосферного повітря, зниження парціального тиску кисню. Решта чинників (зменшення вологості повітря і сили гравітації, підвищена сонячна радіація, знижена температура і ін.), також, поза сумнівом, впливають на функціональні реакції організму людини, але відіграють другорядну роль [7]. Проте слід враховувати чинники, згідно яким температура навколишнього середовища знижується на 2 °С через кожні 300 м висоти, а пряме ультрафіолетове випромінювання збільшується на 35 % вже при підйомі на 1000 м.

Зниження парціального тиску кисню із збільшенням висоти і пов'язане з ним наростання гіпоксичних явищ призводить до зниження кількості кисню в альвеолярному повітрі і, відповідно, до погіршення постачання тканин киснем [8].

Залежно від ступеня гіпоксії, парціальний тиск кисню в насиченні крові та гемоглобіну кисню зменшується [9]. На висоті 2000-2500 метрів над рівнем моря, $\dot{V}O_2$ max зменшується на 12-15%, що зумовлено в першу чергу зменшенням парціального тиску кисню в повітрі. З точки зору середнього і, зокрема, п'яти значно зменшеного розміру максимальної частоти серцевих скорочень, систолічного і максимального об'єму, серцевого викиду, швидкості

проходження кисню в артеріальній крові і, як наслідок, максимального споживання кисню [10].

Одразу після руху в організмі людини мобілізуються компенсаторні механізми для захисту від дефіциту кисню [11]. Значні зміни в діяльності різних систем організму вже спостерігаються з 1000-1200 м над рівнем моря. Зокрема, на висоті 1000 м, максимум V_{O_2} становить 96-98% від рівня, зареєстрованого на звичайному. Зі зростанням висоти вона поступово зменшується на 0,7-1,0% кожні 100 м [12].

Таким чином, на висоті 2500 м механізм аеробних здібностей зменшується на 10-12%, 3500 м - на 18-20% від рівня, зареєстрованого на рівнині. На вершині Евересту VO_2 нога тільки 7,10% максимум [13].

Люди, які не пристосовані до гірських умов, частота серцебиття, особливо в стандартних показниках, може бути збільшена на висоті 800-1000 м над рівнем моря. [14] Особливо ясні компенсуючі реакції виявляються під час стандартних навантажень. Якщо ефективність стандартного навантаження на висоті 1500 м призводить до збільшення лактату, лише на 30% в порівнянні з даними, отриманими звичайним, на висоті 3000-3500 м досягає 170-240% [15].

1.2 Стадії адаптації до гіпоксії

На першому етапі адаптації (гостра) адаптація гіпоксії викликають гіпоксію, і, таким чином, значно переривають гомеостаз тіла. При підйомі на висоту збільшується частота серцевих скорочень, серцевий викид, особливо в перші дні перебування в горах. На висоті 2000-2500 м, частота серцевих скорочень збільшується на 4-6 ударів на хвилину, серцебиття - на 0,3-0,4 л / хв. На висоті 3000-4000 м - відповідно 8 - 10 ударів на хвилину і 0,6-0,8 л / хв [16].

Через кілька днів величина обсягу серцевого викиду повернулася на рівний рівень. Отриманий м'язовий ріст використовував кисневу місткість крові. [17] Об'єм циркулюючої крові збільшується внаслідок кровотворення.

Підвищення легеневої вентиляції вже спостерігається на висоті 1000 м, через збільшення глибини дихання. Максимальна здатність кисневого механізму після досягнення умов на середній і високій горі значно зменшується і залишається низькою [18].

Однією з найбільш гострих реакцій є поліцитемія (збільшення кількості еритроцитів та гемоглобіну). Протягом кількох годин після збільшення об'єму плазми зменшується внаслідок збільшення втрат рідини, викликаних сухим повітрям [19]. Це призводить до збільшення концентрації еритроцитів, підвищуючи здатність крові транспортувати кисень.

Гостра гіпоксія обмежує ресинтез АТФ в мітохондріях, обумовлює депресію як пряму функцію ряду систем організму, і, перш за все, вищих відділів мозку, які з'являються при інтелектуальних порушеннях та фізичному навантаженні [20].

Другий етап (тимчасова адаптація) передбачає створення достатньо чітких та стабільних структурних та функціональних змін в організмі. Розвиток адаптивної поліцитемії (збільшення кількості еритроцитів) та збільшення об'єму кисню в крові; збільшуючи дихальну поверхню легені, збільшуючи концентрацію міоглобіну, збільшує прохідність коронарного підшипника.

Третя стадія (стійка адаптація) пов'язана з формуванням стійкої адаптації, проявом якої є збільшення потужності і економичності функціонування апарату зовнішнього дихання і кровообігу, зростання дихальної поверхні легенів і потужності дихальної мускулатури, збільшення маси серця і місткості коронарного русла, підвищення концентрації міоглобіну і кількості мітохондрій в міокарді, збільшення потужності системи енергозабезпечення [21].

Вже 4-5-тижневе перебування у високогір'ї призводить до виражених змін в м'язах: зменшується площа м'язів і площа ШС-волокон і, особливо, МС-волокон, збільшується кількість капілярів на 1 мм² м'язової тканини і ін., що сприяє витяганню кисню з крові працюючими м'язами. Ця адаптаційна реакція

виявляється і протягом достатнього тривалого часу після повернення з гір, полегшуючи транспорт кисню до м'язової тканини. Спортсмени, що спеціалізуються у видах спорту швидкісно-силового характеру, повинні знати, що в умовах гір існує ризик зниження м'язової маси [22].

Киснева ємність крові зростає зі збільшенням висоти. На рівні моря вона становить 17-18,5%, на висоті 1850-2000 м - 20-22%, на висоті 3500-4000 м - від 25 до 27,5% [23].

Подібні зміни відбуваються і в мозку - тривале перебування в горах веде до значного збільшення кількості капілярів мозку, що сприяє збільшенню кровообігу [24].

Дихання стає рідше і глибше, ніж реакції, зазначені на першій фазі адаптації. Мінімальний обсяг дихання також зменшується [25].

На рівні вищих відділів нервової системи, імунітету мозку до надмірних стимулів, конфліктних ситуацій, прискорюється перехід короточасної пам'яті в довгостроковій перспективі [26].

Спортсмени, які добре адаптуються до гіпоксичних умов, здатні підтримувати рівень відповіді, досягнутий у горах через 30-40 днів або більше після руху в умовах рівнини. При одноразовому плануванні тренувань у горах число еритроцитів, наприклад, повертається до базового рівня через 9-12 днів [30].

1.3 Вплив гіпоксії на організм спортсменів

Зменшена щільність повітря знижує аеродинамічну тягнутість, що особливо сильно впливає на результати цих видів спорту, таких як велосипедні, польові та спринтові поля, довгі стрибки та багато іншого. Зокрема, при роботі на відстані 5000 метрів над рівнем моря для подолання опору повітря споживає на 11% енергії, а в велоперегонах - на 90%. Робота на висоті 3000 м призводить до заощадження енергії на міжміських бігунах на рівні 3-4%, а велосипедиста -

до 28%. Знижена щільність повітря на висоті 2200-2400 м, що відповідає за вітровий спринт на спині $1,5 \text{ } 1,7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, і це пояснює дуже хороші результати в 100, 200 і 400 гонках у рулоновій гонці - на відстані 500 м, досягнуті в умовах середніх і високих гір [31].

За таких обставин, звичайно, збільшується дискус та коліна, стрибок, стрибки на нозі, удар молотком та інші види спорту; Наприклад, на висоті 2240 метрів над рівнем моря діапазон польоту сердечника збільшується на 5 см, молоток - 53 см. Спир - на 69 см. Диск. - 162 см. Швидке зростання зумовлює гірськолижний туризм і велосипедний шлях (зокрема, спринт та скачки на 1000 м від місця) [32].

Економія енергії внаслідок зменшення аеродинамічного опору в багатьох випадках може перевершити втрати, спричинені зниженням парціального тиску кисню. Відповідно, експлуатація на передньому краї при однаковому витраті може бути більш економічною порівняно із звичайними умовами. Це пояснює, зокрема, встановлення численних записів катання на катках на гірськолижних гірках Медео (висота 1609 м) та хороших результатів у гонці на індивідуальній гонці в 800 м на відстані 1000 м від точки на трасі та інших, які показують спортсменів з точки зору сердегногогір Ja [33]].

Вже зараз багато спортсменів живуть у спеціальних будинках з низьким вмістом часткового кисню, що відповідає висоті 2000- 3000 м над рівнем моря, і проходить підготовку в нормальних умовах. Дослідження, проведені з кваліфікованими лижниками, показали, що проживаючи в штучних високогір'ях (на висоті 3000 м), у конкретних будинках, поряд з регулярними тренуваннями, забезпечується ефективно та різноманітне удосконалення спорту шляхом стимуляції гемопоетичної функції та підвищення кисневої місткості всієї системи шляхом врахування враховуйте гіпоксичний чинник [40].

Висновки до розділу 1

Проблема підготовки спортсменів до змагань в горах є складним та маловивченим питанням в загальній системі підготовки спортсменів до змагань, адаптація до природної гіпоксії займає в ній провідне місце і потребує застосування методу гіпокситерапії у поєднанні з індивідуальним інтегральним підходом до кожного спортсмена.

2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ

Для того, щоб якісний програмний продукт, необхідно врахувати всі недоліки і переваги створених раніше аналогів, проаналізувати обрані розробниками технології. Огляд існуючих аналогів є вкрай важливим на ранньому етапі досліджень, оскільки існує величезна кількість варіацій технологій, які можуть бути використані при розробці кінцевого програмного продукту. Вдало обрані технології є рушієм розробки програмного забезпечення і лежать в його основі.

2.1 Комп'ютерна програма «Гіппократ»

«Гіппократ» - нова комп'ютерна програма для діагностики схильності організму людини до різних захворювань.

Метою програми є:

- визначення слабких сторін організму, окремих органів;
- визначення психологічних особливостей людини;
- виявити стрес, якому піддається організм індивідуума і через що виникають більшість хвороб;
- запобігти захворюванню, за допомогою індивідуально розроблених рекомендацій.

Програма заснована на концепції, що людина - це система. Організм індивідуума складається з семи частин, серед яких залози, органи і системи органів. Але організм це не тільки система, що складається з різних фізичних органів, але вона також представляє собою енергетичний центр. Ще при народженні в кожній людині закладено потенціал для зростання і розвитку.

Подальша життєдіяльність залежить вже від специфічних особливостей організму індивідуума; зовнішнього середовища, де формується і росте організм; а також особливістю самої людини адаптувати середу під свій організм і самому адаптуватися до умов зовнішнього середовища.

Індивідуум створений так, що всі процеси, що відбуваються в ньому взаємопов'язані і є невід'ємною частиною внутрішньої системи. Так, наприклад, спілкуючись з іншими людьми людину одночасно цікавить думка про неї, вона придумує відповідь і т.д., відчуває ті чи інші почуття, вона також пересувається в просторі і виконує багато інших дій.

Всі ці процеси супроводжуються обміном речовин в організмі, народженням і вмиранням клітин і т.д. Головне, що всі ці процеси взаємообумовлені. Коли людина відчуває сильні емоції, такі як радість, страх, гнів, у нього частішає пульс, стає важко дихати.

За цим стоять нервова і гормональна системи. Вони генерують своєрідну відповідь на навколишній світ. Відповідь організму людини може бути як адекватною, так і неадекватною. Відповідь формується на базі попереднього досвіду і має вроджений характер. На деякі вже знайомі, певні ситуації виникає однотипна реакція нервової системи, що супроводжується виділенням одних і тих же гормонів, які впливають на певні органи. Дані органи у кожної людини різні, і саме вони найбільш слабкі і схильні до збоїв під впливом стресів. Програма «Гіппократ» допомагає оздоровити організм людини, за допомогою своєчасної виявлення слабких органів, індивідуальної стресової системи.

Комп'ютерні технології як частина інформаційних технологій формують принципово відмінний стиль роботи, який виявляється більш психологічно прийнятним, комфортним, мобілізаційним щодо творчих можливостей та інтелектуального потенціалу людини.

З огляду на той факт, що у сферу оздоровчого фітнесу щорічно впроваджуються різноманітні комп'ютеризовані тренажерні пристрої, про які

можна писати окремі наукові роботи, у статті ми зосередимо свою увагу на питаннях використання комп'ютерних технологій фітнес-тренерами та людьми, котрі займаються фітнесом.

2.2 Комплекс «Тетра»

Комплекс «Тетра», що вирішує завдання психофізіологічної валеологічної діагностики функціонального стану організму почав створюватися з 2001 року. У його основі два апаратно-програмних методи.

2.2.1 Програма «теппінг-тест»

Вона реалізує метод діагностики функціонального стану, запропонований професором Є.П. Ільїним. Програмний варіант має ряд переваг у порівнянні з некомп'ютерним варіантом:

- може бути виконаний на будь-якому часовому інтервалі;
- дозволяє аналізувати криву розподілу дій не тільки по 5-секундним, але також по 1-секундним, 10-секундним і 15-секундним інтервалом;
- графік розподілу представляється миттєво;
- наявність бази даних. Дозволяє відразу обстежити велику кількість випробовуваних, зберігаючи можливість звернутися до аналізу результатів у будь-який зручний момент.

Для постановки програми як теппінг-тесту немає необхідності обов'язково підключати зовнішні пристрої, можна обійтися як реєстратором дій комп'ютерною мишею або клавіатурою. Хоча для запобігання їх передчасного зносу застосовується створене зовнішнє приєднування та контактна пластина із замикаючим щупом.

2.2.2 Тест статичної треморометрії по Меді

Для оцінки статичного тремору під'єднується до комп'ютера пристрій та об'ємна П-образна дужка, з отворами різних діаметрів і контактним щупом, закріплена на пластині-підставці. При проведенні треморометрії використовуються шість отворів у пластині самих малих діаметрів. Програма «теппінг-тест» встановлюється на 60 секунд, щуп вводився на кожні 10 секунд у відповідний отвір. Кожне торкання фіксується комп'ютером. Графік розподілу для аналізу результату також встановлюється за 10-секундним інтервалом. Результати записуються в базу даних з позначкою «тремор».

2.3 Комп'ютерна програма «Фітнес»

Комп'ютерна програма «Фітнес» дає змогу на основі бази знань отримувати дані стосовно стану здоров'я, фізичного розвитку, підготовленості й функціонування основних систем життєзабезпечення людини за короткий проміжок часу із виданням формалізованого укладання та науково обґрунтованих рекомендацій. Розроблена комп'ютерна програма «Фітнес» призначена для чоловіків і жінок 18–45 років.

В основі комп'ютерної програми «Fitness Centre» – уніфікована технологія побудови занять оздоровчою гімнастикою для жінок, названа автором «Fitness-mix». База даних програми «Fitness Centre» складається із шести основних розділів: «Музей», «Ресторан», «Спортивний магазин», «Спортзал», «Медичний кабінет» і «Комп'ютерний клас».

Комп'ютерна програма «Fitness Center» передбачає первинне й поглиблене тестування показників фізичного стану людей, які займаються фітнесом. Після проходження «первинного тесту» користувач отримує можливість займатися за

однією з 4-х усереднених програм, які відповідають рівню його фізичного стану: «Початківець», «Любитель», «Той, хто займається регулярно», «Професіонал».

Особа, котра займається фітнесом, має можливість вибору усереднених варіантів уроків з урахуванням рівня фізичної підготовленості, а також моделювати заняття різної цільової спрямованості.

Подальша індивідуалізація тренувального комплексу можлива під час вибору однієї або декількох програм цільової спрямованості. У комп'ютерній програмі «Fitness Centre» запропоновано дев'ять таких програм: кардіоаеробний фітнес; гнучкість; корекція фігури або тренування проблемних зон; тренування рівноваги й вестибулярна стійкість; хореографія; танці; профілактика захворювань; релаксація; інші види рухової активності.

Розроблений програмний продукт дає змогу отримати рекомендований варіант комплексу вправ відповідно до віку та рівня фізичного стану того, хто займається, а також результатів педагогічних спостережень тренера. Структуру інформаційної системи «PERFECT BODY» представлено блоками: контрольним, експертним і блоком управляючих впливів з індивідуальними тренувальними програмами, спрямованими на корекцію просторової організації тіла того, хто займається. Структуру інформаційної систем изображено на рисунку 2.1.

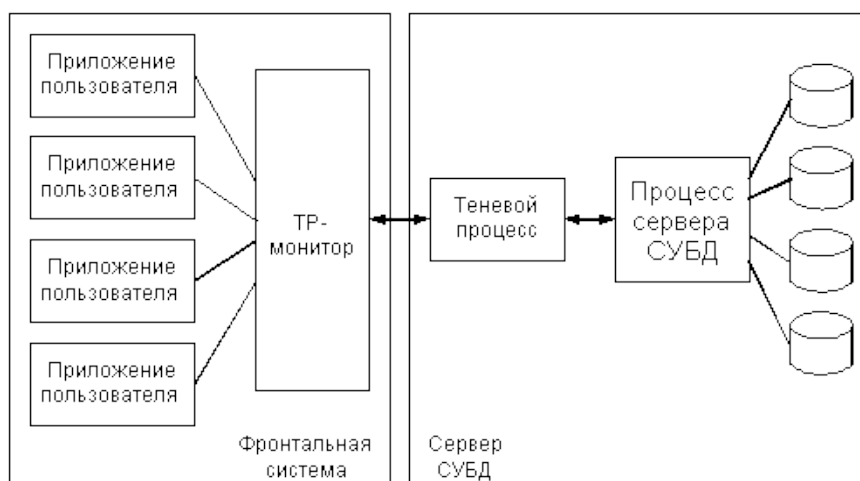


Рисунок 2.1 – Структура ІС «PERFECTBODY»

Як СУБД автором використано Microsoft Access 2000 / XP. Запуск інформаційно-методичної системи проводять без використання командного рядка й передачі параметрів. Під час запуску програми з'являється вікно «Заставка», що відображає інформацію про версію програмного продукту. Користувачеві потрібно набрати своє ім'я, прізвище з поля зі списком, а потім натиснути кнопку «Увійти», якщо облікового запису немає, то необхідно натиснути кнопку «zareєstrуватися» та заповнити форму реєстрації користувача.

2.4 Мобільний додаток «Спорт. Моніторинг спортсмена»

Мобільний додаток «Спорт. Моніторинг спортсмена» абсолютно доступно в користуванні сучасними мобільними пристроями, демонструючи інноваційний підхід до оцінки фізичної працездатності і психоемоційного стану спортсмена, що знаходиться на віддалених зборах або спортивних змаганнях.

Система моніторингу дозволяє своєчасно вносити коригування в тренувальний процес і забезпечувати необхідну підготовку до відповідальних стартів.

Сучасний софт мобільного додатка «СПОРТ. МОНІТОРИНГ СПОРТСМЕНА» повністю відповідає завданням щодо профілактики ускладнень фізичних перевантажень і їх об'єктивного контролю, а практична цінність застосування полягає в можливості повсюдного використання і отримання розгорнутої інформації дослідження в онлайн режимі через мобільний телефон.

Ключові функції та переваги системи дистанційного контролю стану користувача:

- загальнодоступний бюджетний спосіб отримання інформації, без прив'язки до місця і часу проведених досліджень;

- дистанційне отримання результатів досліджень (через мережу інтернет) в режимі реального часу;
- автоматичний аналіз дослідження (з прив'язкою до загальноприйнятих стандартів) з вбудованою системою візуальної оцінки показників;
- малі розміри (розмір будь-якого персонального датчика можна порівняти з розмірами звичайного мобільного телефону) і простота використання;
- мобільність - можливість отримання і передачі даних дослідження в будь-якому місці, в будь-який час, де є сигнал мережі;
- мобільний телефон зі звичним інтерфейсом управління додатком. Дистанційний перегляд результатів дослідження з будь-якого комп'ютера / планшета / телефону без необхідності установки спеціального програмного забезпечення;

Звіт і графіки проведеного дослідження систематизуються і надаються в електронному вигляді, що спрощує процес інтеграції в електронну систему документообігу замовника.

Висновки до розділу 2

Розглянені аналоги аналізують стан організму людини на основі різноманітних вхідних даних, в тому числі в реальному часі. Однак всі вони орієнтовані на підвищення витривалості людини в звичайних умовах, не враховуючи умови природної гіпоксії і специфіки роботи спортсменів.

3. ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

Основним середовищем розробки було середовище Microsoft Visual Studio 2015. Для розробки безпосередньо програмного продукту використовувалась мова C#, платформа .Net 4.6.

3.1 Середовище розробки MS Visual Studio 2015

MS Visual Studio 2015 — комерційне інтегроване середовище розробки для різних мов програмування від компанії Microsoft. Система поставляється у вигляді урізаної по функціональності безкоштовної версії “Community Edition” і повнофункціональної комерційної версії “Ultimate Edition”, для якої активні розробники відкритих проектів мають можливість отримати безкоштовну ліцензію.

До складу Community версії входить модуль візуального проектування GUI-інтерфейсу Swing UI Designer, XML-редактор, редактор регулярних виразів, система перевірки коректності коду, система контролю за виконанням завдань і доповнення для імпорту та експорту проектів з Eclipse. Доступні засоби інтеграції з системами відстеження помилок JIRA, Trac, Redmine, Pivotal Tracker, GitHub, YouTrack, Lighthouse [42].

Під час розробки даного програмного забезпечення було використано 2015.1 версію продукту.

Її особливості:

- відладчик:
 - вирази Groovy в Evaluate Expression і Watches тепер можна використовувати при налагодженні Java коду;
 - більш зручне налагодження декількох потоків;

- попередження при розбіжності вихідного коду із запущеною копією;
- системи контролю версій;
- підтримка Git worktrees;
- більш зручний мердж і порівняння, завдяки підсвічуванню змін на рівні слів;
- редактор:
 - зрушення виразів вправо і вліво;
 - автоматичний імпорт статичних методів і констант;
 - підтримка мов, що записуються справа наліво (наприклад, арабської та іврити);
- технологія Gradle:
 - підтримка custom source sets: тепер кожен source set представлений окремим модулем і може мати власні залежності (в результаті було виправлено величезну кількість проблем);
 - автоматична конфігурація EAR-артефактів [43].

3.2 Технології для розробки інтерфейсу

Для створення клієнтської частини програмного продукту була використана технологія WindowsForms, яка автоматизує створення інтерфейсу та спрощує доступ до різних частин програмного продукту [44].

3.3 Система управління базами даних MSSQL 2014

MSSQL - база даних, що забезпечує інший механізм зберігання та видобування даних, ніж звичний підхід таблиць-відношень в реляційних базах даних. Подібні бази даних існували вже в другій половині 1960-тих, але тоді

вони ще не здобули гучне ім'я, одержане після сплеску популярності на початку 21-ого століття, що був спричинений потребами Web 2.0 компаніями, такими як Facebook, Google та Amazon.com. MSSQL пітримуєSQL-подібну структуру та мову запитів.

Мотиви цього підходу включають: простоту дизайну схеми БД, значно спрощене горизонтальне масштабування на кластери машин і тонкий контроль над доступністю. Структури даних, що використовуються в MSSQL є відмінними від тих, що використовуються за замовчуванням в реляційних базах, що робить тим самим деякі операції над даними значно швидшими. Точна відповідність використання MSSQL бази даних залежить від проблем, які треба вирішити. Іноді структури даних, використовувані в MSSQL базах можуть розглядатись як більш гнучкі, ніж таблиці інших реляційних моделей [45].

Висновки до розділу 3

Правильно обрані технології є рушієм розробки програмного забезпечення і лежать в його основі. Застосовані при розробці програмного продукту технології в змозі забезпечити коректність його роботи та актуальність серед користувачів. Наявність бази даних дає змогу користувачу комфортно оперувати великою кількістю даних.

4. ОПИС МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

Для реалізації поставлених задач були обрана комбінація моделі визначення оптимальної тривалості гіпоксичного тренування та моделі вентиляційної реакції людини в умовах гіпоксії.

4.1 Математична модель визначення оптимальної тривалості гіпоксичного тренування

Для визначення тривалості періодичного дихання гравців регбі було використано метод регресійного аналізу, який визначає роль кожного показника системи транспорту кисню при забезпеченні гіпоксичної ефективності. Представлена математична модель регресійного аналізу була розрахована з урахуванням ігрової ролі гравців регбі і показує взаємодію міжсистемних та внутрішньо-системних зв'язків у регуляції тривалості періодичного гіпоксичного дихання. Формула 4.1 показує значення та взаємозв'язок факторів кардіореспіраторної системи регбістів лінії атаки.

$$T_{\min 1} = 3.75 \times FB + 5.85 \times FB_{T_{ex}} + 3.19 \times HB - 2.15 \times COO_2 - \\ - 1.37 \times DO + 1.05 \times FeCO_2 + 2.15 \times FeO_2 + 0.72 \times LV + 0.17 \times FB_{T_{in}} \quad (4.1)$$

де

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв^{-1} ;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} ;

COO_2 - коефіцієнт використання кисню, мл/хв ;

DO - дихальний об'єм, л;

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, %;

FeO_2 - концентрація кисню при видиху, %;

LV - життєва ємність легенів, л;

FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху, л.

Формула 4.2 показує значення та взаємозв'язок факторів кардіореспіраторної системи регбістів лінії захисту.

$$T_{\min 1} = -1.53 \times FB + 4.75 \times FB_{Tex} + 2.75 \times HB - 1.25 \times COO_2 - \\ - 2.79 \times DO + 0.93 \times FeCO_2 + 3.05 \times FeO_2 + 0.57 \times LV + 0.27 \times FB_{Tin} \quad (4.2)$$

де

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв^{-1} ;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} ;

COO_2 - коефіцієнт використання кисню, мл/хв ;

DO - дихальний об'єм, л;

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, %;

FeO_2 - концентрація кисню при видиху, %;

LV - життєва ємність легенів, л;

FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху, л.

Формула 4.3, використовуючи метод зворотної регресії, показує, що визначальними чинниками для гравців регбі в лінії атаки були частота дихання, об'єм форсованого видиху та частота серцевих скорочень.

$$T_{\min 1} = 6.85 \times FB + 5.67 \times FB_{Tex} + 3.75 \times HB \quad (4.3)$$

де

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв^{-1} ;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} ;

Найважливіші фактори забезпечення тривалості дихання захисників регбі встановлюється за формулою 4.4.

$$T_{\min 1} = 4.32 \times FB_{T in} + 5.75 \times FB_{T ex} + 2.75 \times HB \quad (4.4)$$

де

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв⁻¹;

$FB_{T ex}$ - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

HB - частота серцебиття, хв⁻¹;

Для визначення тривалості періодичного дихання спортсменів карате за формулою 4.5 було використано метод регресійного аналізу, який визначає роль кожного показника системи транспорту кисню при забезпеченні гіпоксичної ефективності.

$$T_{\min 1} = 4.57 \times FB + 3.58 \times FB_{T ex} + 3.39 \times HB - 1.75 \times COO_2 - \\ - 1.37 \times DO + 1.05 \times FeCO_2 + 2.15 \times FeO_2 + 0.92 \times LV + 0.17 \times FB_{T in} \quad (4.5)$$

де

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв⁻¹;

$FB_{T ex}$ - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} ;

COO_2 - коефіцієнт використання кисню, мл/хв ;

DO - дихальний об'єм, л;

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, %;

FeO_2 - концентрація кисню при видиху, %;

LV - життєва ємність легенів, л;

FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху, л.

За формулою 4.6 для визначення найбільш значущих показників у забезпеченні тривалості періодичного дихання в замкнутому просторі застосовувався метод зворотного кроку, який визначав найбільш регулярні фактори.

$$T_{\min 1} = 5.63 \times FB + 5.37 \times FB_{Tex} + 3.93 \times HB \quad (4.6)$$

де

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв^{-1} ;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} .

У процесі дослідження дуже важливо встановити рівень конкурентоспроможності у карате спортсменів - кількість точних ударів в хвилину. Формула 4.7 показує рівень значимості кожного чинника при досягненні спортивного результату.

$$Indk_1 = 4.75 \times T_{\min 1} + 6.39 \times DO + 3.75 \times FB + 2.57 \times HB - 2.73 \times COO_2 - 1.73 \times FB_{Tex} + 3.05 \times FeCO_2 + 1.65 \times FeO_2 + 2.17 \times LV + 0.97 \times FB_{Tin} \quad (4.7)$$

де

$Indk_1$ - кількість точних ударів за хв для карате спортсменів;

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

DO - дихальний об'єм, л;

FB - частота дихання, хв⁻¹;

HB - частота серцебиття, хв⁻¹;

COO_2 - коефіцієнт використання кисню, мл/хв;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, %;

FeO_2 - концентрація кисню при видиху, %;

LV - життєва ємність легенів, л;

FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху, л.

Застосовуючи формулу 4.8 зворотної поетапної регресії, визначаються найважливіші чинники забезпечення конкурентоспроможності спортсменів-каратистів.

$$Indk_1 = 6.93 \times T_{min1} + 3.35 \times HB + 5.27 \times FB_{Tex} \quad (4.8)$$

де

$Indk_1$ - кількість точних ударів за хв для карате спортсменів;

T_{min1} - тривалість гіпоксичного тренування, с;

HB - частота серцебиття, хв⁻¹;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1 с, л.

Для визначення тривалості періодичного дихання спортсменів-бігунів у формулі 4.9 було використано метод регресійного аналізу, який визначає роль кожного показника системи транспорту кисню при забезпеченні гіпоксичної ефективності.

$$T_{min1} = 4.54 \times FB + 3.21 \times FB_{Tex} + 3.39 \times HB - 1.7 \times COO_2 - \\ - 1.24 \times DO + 1.03 \times FeCO_2 + 2.12 \times FeO_2 + 0.96 \times LV + 0.17 \times FB_{Tin} \quad (4.9)$$

де

T_{min1} - тривалість гіпоксичного тренування, с;

FB - частота дихання, хв^{-1} ;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} ;

COO_2 - коефіцієнт використання кисню, мл/хв ;

DO - дихальний об'єм, л;

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, %;

FeO_2 - концентрація кисню при видиху, %;

LV - життєва ємність легенів, л;

FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху, л.

Для встановлення механізмів адаптації для максимального підвищення ефективності анаеробного методу був використаний регресійний аналіз, який визначає роль кожного фактору в забезпеченні гіпоксичної продуктивності, як основу для досягнення спортивних результатів у 400-метровому бігу чоловіків. Формула 4.10 вказує на ступінь важливості кожного чинника у досягненні спортивних результатів у 400-метровому бігу з перешкодами.

$$T_s = 4.57 \times FB - 1.73 \times FB_{Tex} + 3.75 \times HB - 2.57 T_{\min 1} - 2.37 \times COO_2 - \quad (4.10)$$

$$+ 8.57 \times DO + 0.97 \times FeCO_2 + 3.05 \times FeO_2 + 2.27 \times Wa + 0.67 \times LV + 0.31 \times FB_{Tin}$$

де

FB - частота дихання, хв^{-1} ;

FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху за 1 с, л;

HB - частота серцебиття, хв^{-1} ;

$T_{\min 1}$ - тривалість гіпоксичного тренування, с;

COO_2 - коефіцієнт використання кисню, мл/хв ;

DO - дихальний об'єм, л;

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, %;

FeO_2 - концентрація кисню при видиху, %;

Wa - показник анаеробної потужності вдиху, Ватт.

LV - життєва ємність легенів, л;

FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху, л.

Перевага даної моделі полягає в тому, що вона дає змогу користувачу порахувати оптимальну тривалість гіпоксичного тренування на основі введених в систему вхідних даних, а також враховує індивідуальні дані спортсмена та специфіку обраного виду спорту (біг з перешкодами, карате, регбі) [19-21].

4.2 Математична модель вентиляційної реакції людини в умовах гіпоксії

Важливою характеристикою системи регуляції дихання є вентиляційна чутливість до гіперкапінічних і гіпоксичних впливів. Для визначення вентиляційної чутливості дихання людини використовуються різні експериментальні установки і методи, засновані на деяких якісних припущеннях

про динаміку газообміну в легенях. У методі 3Д мішок об'ємом 4-6 літрів наповнюють газовою сумішшю з певним змістом O_2 і 7% CO_2 . Передбачається, що ці умови експерименту забезпечують швидко знижуваний градієнт тисків між мішком, а також легeneвих і тканинним компартментами, і з моменту вирівнювання вмісту CO_2 в системі починається його зростання з постійною швидкістю. Для перевірки цього та інших припущень, аналізу методів вимірювання реакції на гіперкапнію і гіпоксію, тут запропонована компартментальна математична модель газообміну в БТС. Розглянуто три компартмента: легені, тканини і дихальний контур (мішок і система трубок).

Рівняння балансу маси 4.11 для кожного з розглянутих компартментів і газів в ньому має такий вигляд:

$$\frac{d}{dt}(M_i) = \sum_j J_{ij} \quad (4.11)$$

де

$i = 1 - O_2, 2 - CO_2$;

t - час, с;

M_i - %газу в суміші;

J_{ij} - приплив/відтік газу i через компартмент j , де $j = T, L, V$ -тканинний компартмент, легeneвий компартмент і дихальний контур відповідно.

Таким чином, модель описується системою з шести рівнянь (по два рівняння для кожного компартмента). Динаміка зміни газу в легeneвому компартменті описується рівнянням 4.12:

$$\frac{d}{dt}(M_{Li}) = F_i \dot{V}_i - [C_{ai} - C_{vi}]Q(t); \quad (4.12)$$

де

$i = 1 - \text{O}_2, 2 - \text{CO}_2$;

M_{Li} - % газу в легеновому компартменті;

F_i - фракційний склад газу в повітрі, %;

V_i - експіраторна альвеолярна вентиляція;

Ca_i - % газу в альвеолярній крові;

Cv_i - % газу в венозній крові;

Q - величина кровотоку в легенях та тканинах;

t - час тренування.

Динаміка зміни газу в легеновому компартменті описується рівнянням 4.13:

$$\frac{d}{dt}(M_{Ti}) = [C_{ai}(t - t_1) - C_{vi}(t + t_2)]Q(t) + J_i; \quad (4.13)$$

де

$i = 1 - \text{O}_2, 2 - \text{CO}_2$;

M_{Ti} - % газу в тканинному компартменті;

Ca_i - % газу в альвеолярній крові;

t - час тренування;

t_1 - час переміщення крові від легенового резервуара до тканинного резервуара по артеріальному руслу;

Cv_i - % газу в венозній крові;

t_2 - час переміщення крові від тканинного резервуара до легенового резервуара по венозному руслу;

Q - величина кровотоку в легенях та тканинах;

J_i - швидкість метаболічної продукції або споживання газу i в тканинному резервуарі.

Динаміка зміни газу в легеновому компартменті описується рівнянням 4.14:

(4.14)

$$\frac{d}{dt}(M_{Bi}) = -F_i \dot{V}_i,$$

де

$i = 1 - O_2, 2 - CO_2$;

M_{Bi} - % газу в дихальному контурі;

F_i - фракційний склад газу в повітрі, %;

V_i - експіраторна альвіолярна вентиляція.

Динаміка дихального потоку описується наступною залежністю від часу. Хвилинна вентиляція представлена в моделі як сума трьох компонент, а саме базальної вентиляції та вентиляційної відповіді на периферичний і центральний хеморефлекс. Газотранспортні властивості крові описуються модифікованими співвідношеннями Хілла, які враховують ефекти Бора та Холдейна. Загальна кількість O_2 і CO_2 в тканинах органів і розчиненого газу в крові описується рівняннями, що характеризують буферні властивості крові і тканин [4-6].

Висновки до розділу 4

Вдало поєднані моделі визначення оптимальної тривалості гіпоксичного тренування та моделі вентиляційної реакції людини в умовах гіпоксії в змозі вирішити поставлені задачі та забезпечити необхідну коректність та точність вихідних даних.

5. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ

Модульні архітектури програмних продуктів використовуються для оптимізації компромісу між диференціацією програмних продуктів за рахунок збільшення їх відповідності потребам та ефекту масштабу, збільшеного стандартизацією продукції. Особливо, розробка та поглиблення модульної архітектури вимагає нового процесу розробки через взаємозалежність самого програмного продукту, впливу на виробничий процес та більш високого рівня вимог ринку. Існують різні методи для окремих аспектів розробки модульних продуктів архітектур, таких як модуляція продуктів, але вони не дають підходу, який враховує всі необхідні кроки та вимоги. Тому було використано цілісний підхід до розробки модульних архітектур продуктів у три етапи. На першому етапі виявлені вимоги до архітектури модульної продукції, які залежать від внутрішніх та зовнішніх обставин. Виходячи з вимог, визначаються модульні стандарти архітектури продукту. Згодом визначено модульну архітектуру продукту, що включає модульність, а також різноманітність та інтерфейси [46].

5.1 Переваги реалізації використання технології ADO.NET у системі

Компоненти даних ADO.NET в VisualStudio інкапсулюють функціональні можливості доступу до даних різними способами, що допомагає розробляти програмні продукти значно швидше і з меншою кількістю помилок. Наприклад, команди даних абстрагують завдання побудови і виконання інструкцій SQL або

збережених процедур. Аналогічно цьому, класи даних ADO.NET, створені конструюють сервісами, перетворюються в типізовані набори даних. Вони, в свою чергу, надають доступ до даних методами типізованого програмування. Для непідключених додатків набори даних ADO.NET дають вигоду в продуктивності в порівнянні з непідключеними наборами записів ADO. Передача непідключеного набору записів між рівнями за допомогою COM-упаковки може привести до великої витрати обчислювальних ресурсів, так як значення в наборі записів перетворюються до типам даних, відомим COM. У ADO.NET таке перетворення типів даних не потрібно [47].

ADO.NET являє собою технологію роботи з даними, яка заснована на платформі .NET Framework. Ця технологія надає набір класів, через які можна відправляти запити до баз даних, встановлювати підключення, отримувати відповідь від бази даних і виконувати ряд інших операцій [48].

Причому важливо зазначити, що систем управління баз даних може бути безліч. У своїй сутності вони можуть відрізнятися. MS SQL Server, наприклад, для створення запитів використовує мову T-SQL, а MySQL і Oracle застосовують мову PL-SQL. Різні системи баз даних можуть мати різні типи даних. Однак функціонал ADO.NET побудований таким чином, щоб надати розробникам уніфікований інтерфейс для роботи з різними СУБД.

Оснoву інтерфейсу взаємодії з базами даних в ADO.NET представляє обмежене коло об'єктів: Connection, Command, DataReader, DataSet і DataAdapter. За допомогою об'єкта Connection відбувається установка підключення до джерела даних. Об'єкт Command дозволяє виконувати операції з даними з БД. Об'єкт DataReader зчитує отримані в результаті запиту дані. Об'єкт DataSet призначений для зберігання даних з БД і дозволяє працювати з ними незалежно від БД. Об'єкт DataAdapter є посередником між DataSet і джерелом даних. Головним чином, через ці об'єкти реалізується робота з базою даних.

Однак щоб використовувати один і той же набір об'єктів для різних джерел даних, необхідний відповідний провайдер даних. Власне через провайдер даних в ADO.NET і здійснюється взаємодія з базою даних. Причому для кожного джерела даних в ADO.NET може бути свій провайдер, який власне і визначає конкретну реалізацію вищевказаних класів [49].

Схематично архітектура ADO.NET представлена на рисунку 5.1.

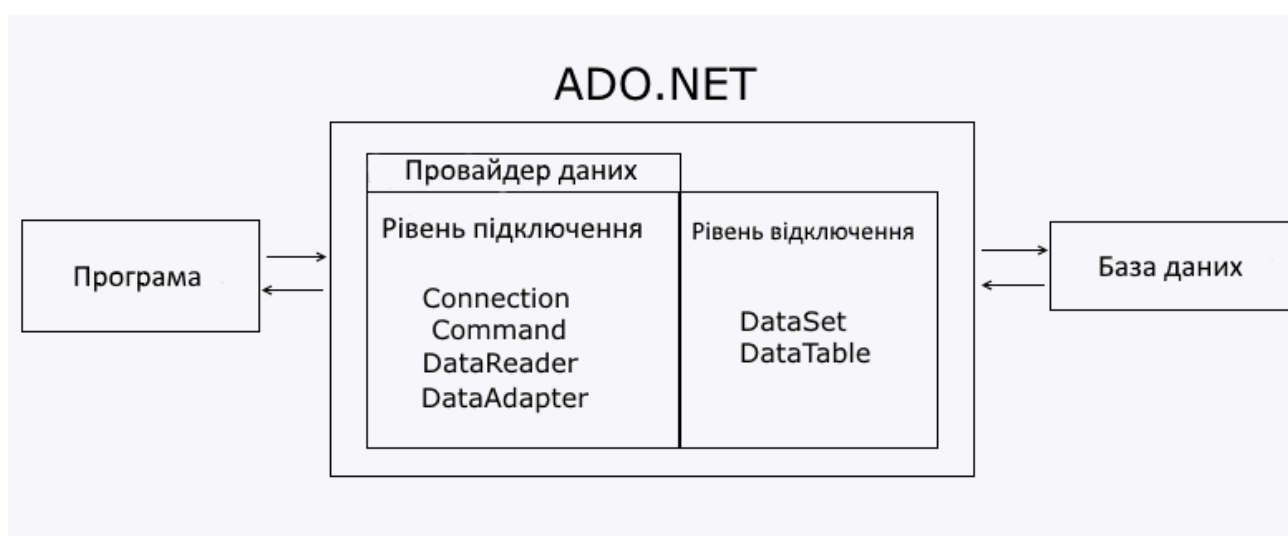


Рисунок 5.1 – Архітектура ADO.NET

Функціонально класи ADO.NET можна розбити на два рівня: підключений і відключений. Провайдери даних .NET зображені на рисунку 5.2.

Object	SQL Server	OLE DB	ODBC
Connection	SqlConnection	OleDbConnection	OdbcConnection
Command	SqlCommand	OleDbCommand	OdbcCommand
Data reader	SqlDataReader	OleDbDataReader	OdbcDataReader
Data adapter	SqlDataAdapter	OleDbDataAdapter	OdbcDataAdapter

Рисунок 5.2 – Провайдери даних .NET

Для реалізації підключення до БД був обраний провайдер SQLServer. Провайдер даних SQLServer реалізує свої версії об'єктів SqlConnection, SqlCommand, SqlDataReader, SqlDataAdapter і ряд інших, які складають підключений рівень. За допомогою них встановлюється підключення до БД і виконується взаємодія програми з нею.

Інші класи, такі як DataSet, DataTable, DataRow, DataColumn і ряд інших складають відключений рівень, так як після отримання даних в DataSet ми можемо працювати з цими даними незалежно від того, чи встановлено підключення. Тобто після отримання даних з БД додаток може бути відключено від джерела даних [50].

5.2 Опис бази даних

База даних являє собою 5 таблиць з даними про спортсменів, їх тренування та сеанси, загальну статистику та таблиця з параметрами системи регуляції дихання. Структура бази даних та таблиць зображена на рисунку 5.3.

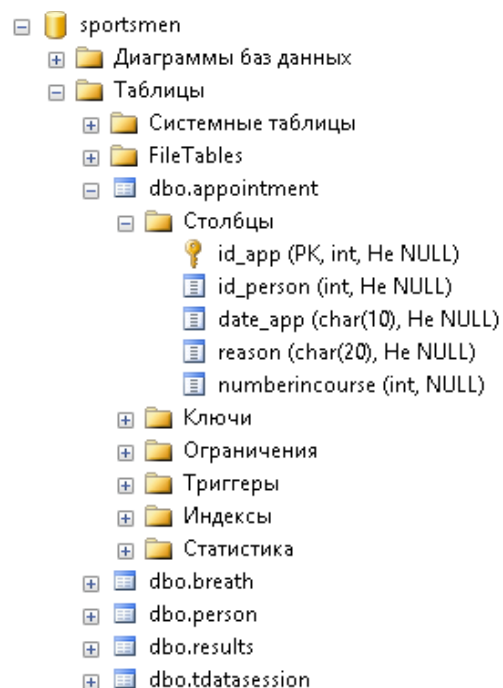


Рисунок 5.3 – Структура бази даних та таблиць

Концептуальна схема бази даних зображена на рисунку 5.4.

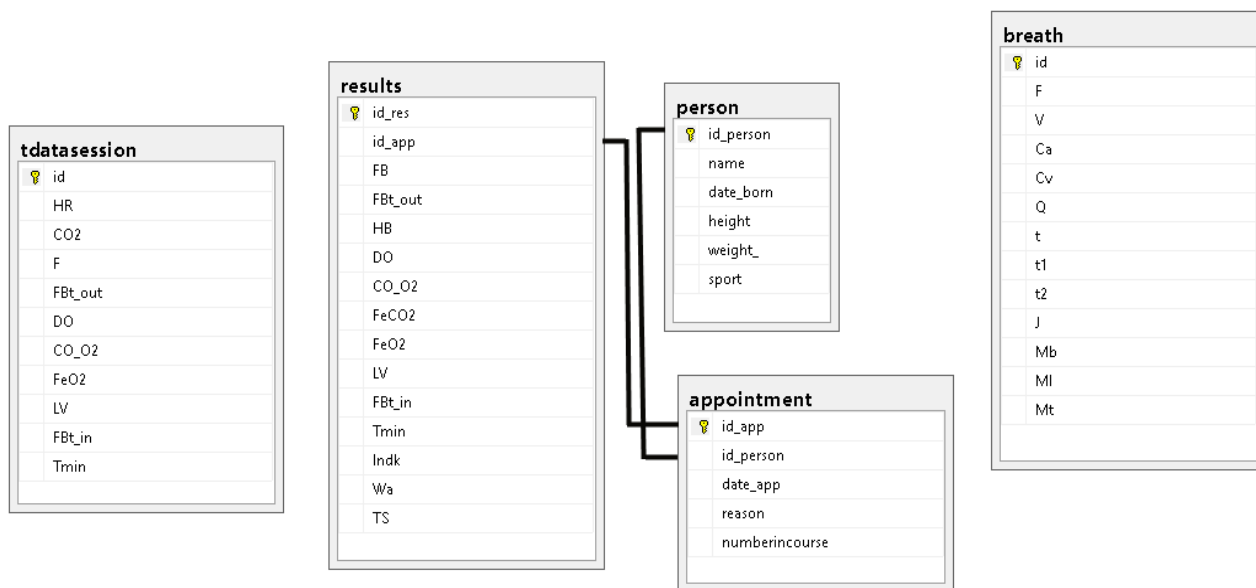


Рисунок 5.4 – Концептуальна схема бази даних

Три таблиці мають зв'язки типу «один до багатьох», дві таблиці є вільними.

Висновки до розділу 5

Архітектура системи містить набір взаємопов'язаних компонент, які мають у собі модулі взаємодії з базою даних за допомогою технології ADO.NET. Для підключення до БД був обраний провайдер SQLServer, який забезпечує всі необхідні класи для роботи з БД. База даних системи є реляційною і містить у собі набір таблиць, потрібний для коректної роботи системи.

6. ІНСТРУКЦІЯ РОБОТИ З ПРОГРАМОЮ

При запуску програмного застосунку користувач спочатку бачить головне вікно «Спортсмени», яке зображене на рисунку 6.1.

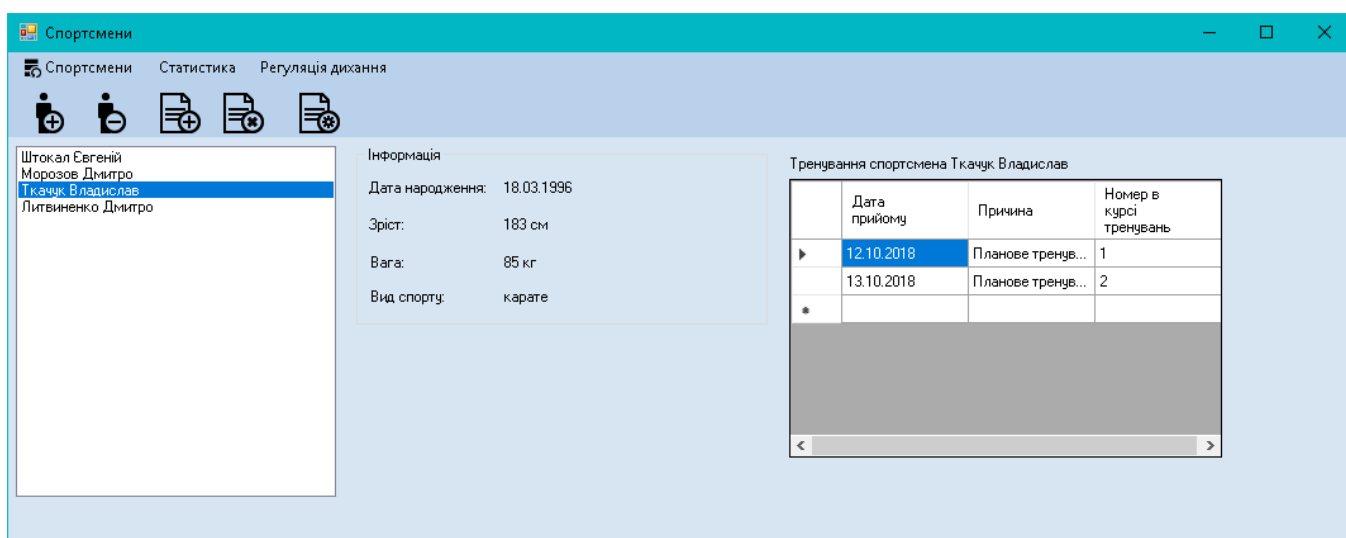


Рисунок 6.1 – Вікно «Спортсмени»






Користувач може додати або видалити запис про спортсмена у будь-який час, натиснувши на відповідні кнопки на панелі керування ( та ). Для видалення запису про спортсмена достатньо обрати ім'я зі списку та натиснути кнопку . Вікно додавання запису про нового спортсмена зображено на рисунку 6.2.

Рисунок 6.2 – Вікно «Новий спортсмен»

Щоб додати запис про нового спортсмена, користувач повинен заповнити всі поля та натиснути кнопку «Зберегти».

Користувач може додати або видалити запис про тренування спортсмена у будь-який час, натиснувши на відповідні кнопки на панелі керування ( та ).






Для видалення запису про тренування спортсмена достатньо обрати ім'я спортсмена зі списку, його тренування з таблиці та натиснути кнопку . Вікно додавання нового тренування зображено на рисунку 6.3.

Рисунок 6.3 – Вікно «Нове тренування»

Щоб додати запис про нове тренування, користувач повинен заповнити всі поля та натиснути кнопку «Зберегти».

Обравши необхідне тренування та натиснувши на кнопку  користувач перейде до вікна «Результати тренування», де він зможе видаляти, додавати нові записи про сеанси тренування та зберігати зміни в базі даних, розраховувати оптимальну тривалість гіпоксичного тренування, відслідковувати динаміку зміни параметрів організму за допомогою інфографіки, попередньо обравши необхідний параметр у випадаючому списку, а також переміщуватися по записам таблиці. За допомогою кнопки  користувач може експортувати таблицю в Microsoft Excel. Для видалення запису про сеанс достатньо обрати відповідний рядок та натиснути кнопку . Для того, щоб побудувати графік зміни параметрів протягом тренування, користувач має обрати потрібний параметр з випадаючого списку та натиснути кнопку . Вікно «Результати тренування» зображено на рисунку 6.4.

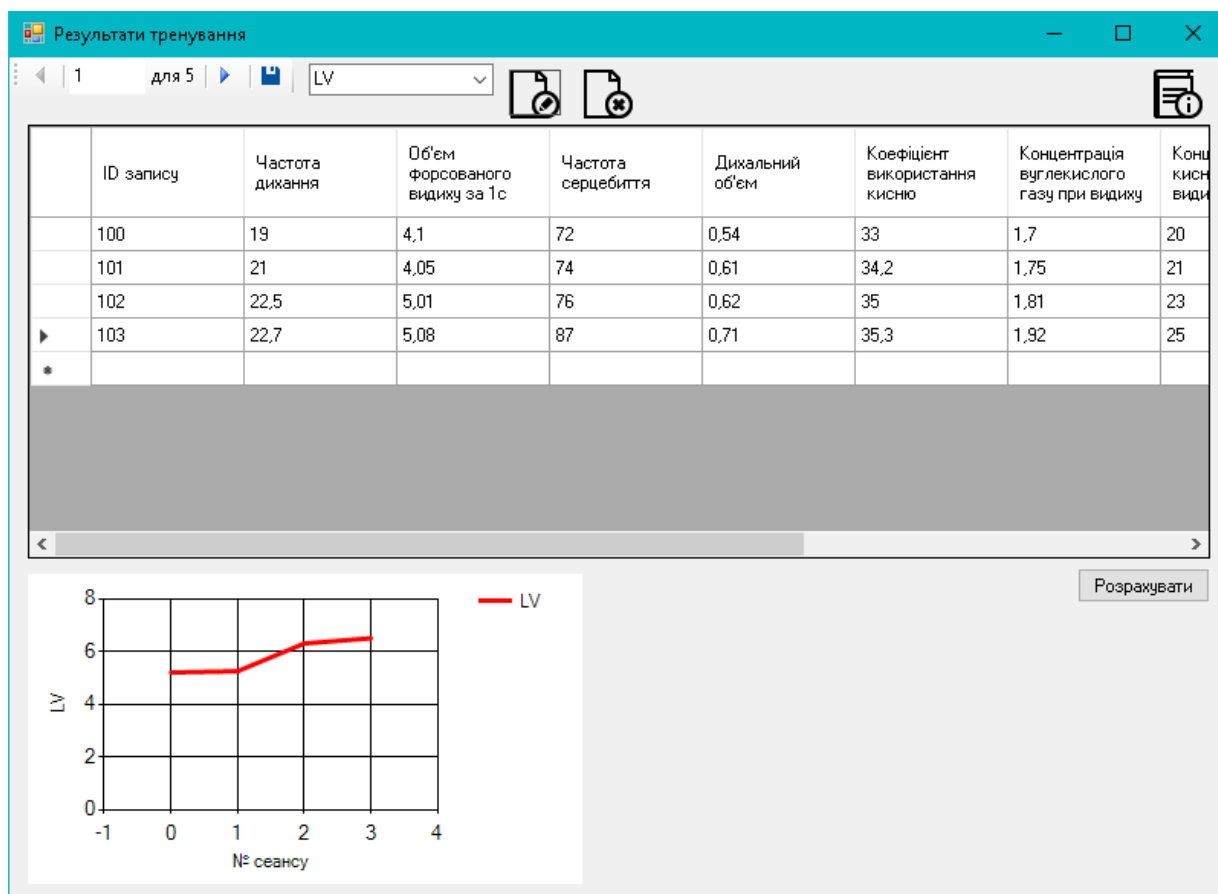



Рисунок 6.4 – Вікно «Результати тренування»

Обравши пункт меню «Статистика», користувач перейде до відповідного вікна, де має змогу відслідковувати динаміку зміни вихідного параметру в залежності від обраного вхідного параметру на основі великої кількості даних (1000 записів) про реальних людей. Для того, щоб побудувати графік залежності параметрів, користувач має обрати потрібний вхідний параметр з випадаючого списку та натиснути кнопку .

Користувач також може розраховувати вихідні дані на основі власних нових даних.

Панель навігації по таблиці дає можливість користувачу переміщуватися по записам таблиці, додавати нові записи, видаляти існуючі та зберігати зміни таблиці в базі даних. Щоб отримати результати обрахунків, користувач має заповнити поля зі вхідними даними та натиснути кнопку «Розрахувати». Вікно «Статистика» зображено на рисунку 6.5.

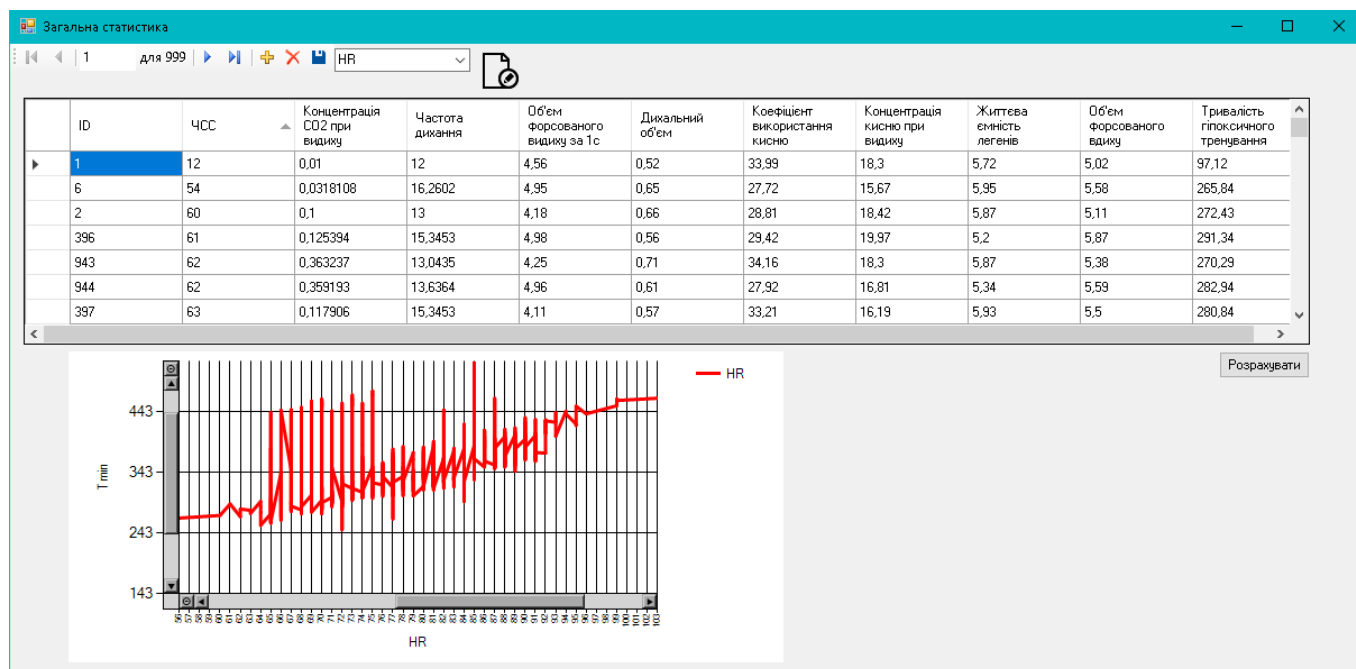


Рисунок 6.5 – Вікно «Статистика»

Обравши пункт меню «Регуляція дихання», користувач перейде до відповідного вікна, де має змогу відслідковувати динаміку зміни балансу газів в різних компартментах БТС на основі вхідних даних та на основі обрахованих результатів роботи висновки про доцільність зміни складу суміші в закритому просторі, а також відслідковувати динаміку зміни кількості газу в людському організмі.

Панель навігації по таблиці дає можливість користувачу переміщуватися по записам таблиці, додавати нові записи, видаляти існуючі та зберігати зміни таблиці в базі даних. Щоб отримати результати обрахунків, користувач має заповнити поля зі вхідними даними та натиснути кнопку «Розрахувати». Вікно «Регуляція дихання» зображено на рисунку 6.6.

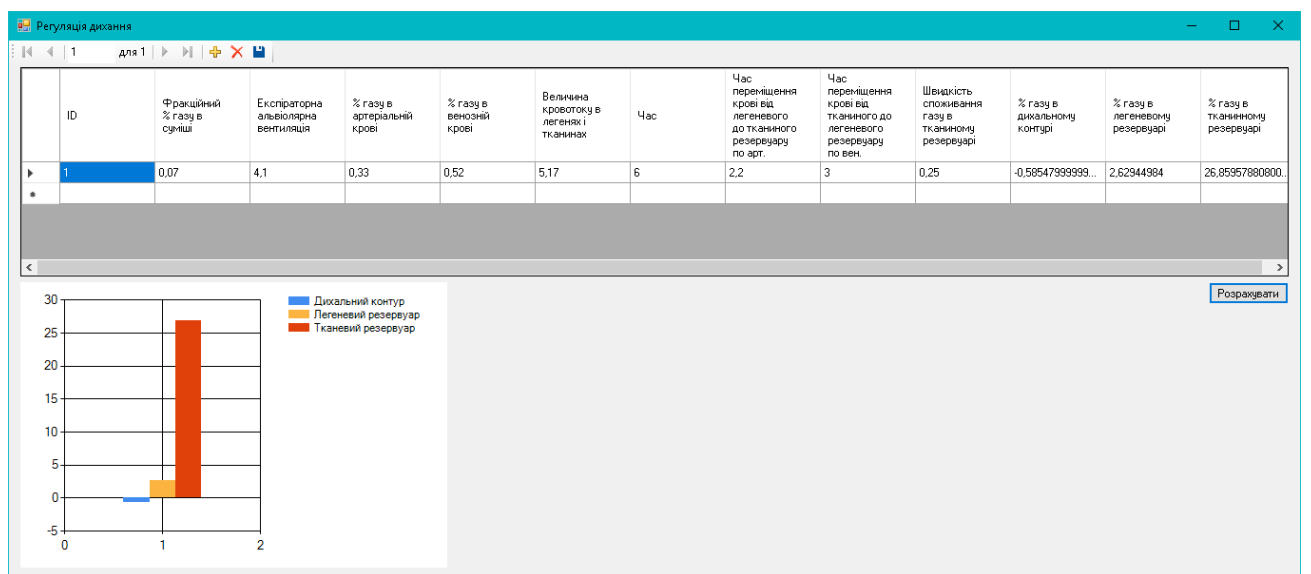


Рисунок 6.6 – Вікно «Регуляція дихання»

Висновки до розділу 6

Розроблений програмний інтерфейс дозволяє виконати всі задані вимоги, а саме додати, змінити та видалити інформацію про спортсменів, їх тренування та сеанси. Програмний інтерфейс дозволяє зберігати зміни в БД та відкривати існуючі в БД дані. В кожному вікні користувач може оцінити результати

розрахунків за допомогою інфографіки, а також змінювати вхідні дані та порівнювати результати розрахунків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Келлер В. С. Теоретико-методичні основи підготовки спортсменів / Келлер В. С., Платонов В. М. – Л.: Українська спортивна Асоціація, 1992. – 269.
2. Journal of Physical Education and Sport (JPES), 17(2), Art 122, pp. 804 - 809, 2017.
3. Матвеев Л. П. Загальна теорія спорту і її практичні аспекти / Л. П. Матвеев. – М. : Новини, 2001. – 334 с.
4. Платонов В. М. Фізична підготовка спортсмена / Платонов В. М., Булатова М. М. – К.: Олімпійська література, 1995. – 320с.
5. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : [учебник для студ. высших учеб.заведений физ. воспитания и спорта] / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004. – 808 с. – ISBN 966-7133-64-8.
6. Адаптация спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам // Сборник научных трудов. – К.: КГИФК, 1984. – 109 с.
7. Ашмарин Б. А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании: [пособ. для студ., аспирант. и препод.] / Ашмарин Б. А. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 233 с.
8. Лазарева Э.А., Коновалова Л.В. Влияние природной гипоксии на функциональные изменения сердечно-сосудистой системы спортсменов-легкоатлетов // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 2. – С. 105-106 с.
9. Новиков В.С., Шустов Е. Б., Гаранчук В. В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. – М.: Наука, 1999. – 544с.
10. Костюченко А.Л., Семиголовский Н.Ю. Современные реальності

- клинического применения антигипоксантов // Медицина и спорт. – 2006. – №1. – С. 23-28.
11. Власова И.Г., Торшин В.И. Сравнительная оценка эффективности использования некоторых антигипоксантов для восстановления активности нервных клеток после гипоксии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Медицина». – 2004. – №1. – С. 22-26.
 12. Maughan R.J., King D.S., Lea T. Dietary supplements // J Sports Sci. – 2004. – V. 22. – P. 95-113.
 13. Бобылева, О.В. Динамика показателей вегетативной реактивности и устойчивости к острой дозированной гипоксии в курсе интервальной гипоксической тренировки/О.В. Бобылева, О. С. Глазачев // Физиология человека. — 2007. - Т. 33, №2. — С. 81-89.
 14. Дергунов, А.В. Методы оценки функционального состояния организма при выходе личного состава в горы / А.В. Дергунов, А.В. Вейшембиев, А.И. Идирисова//Военный медицинский журнал. - 1987. -№10. -С. 45-46.
 15. Заболотский, И.Б. Физиологические эффекты произвольной задержки дыхания / И.Б. Заболотский// Физиология человека. — 1990. — №1. — С. 118-126.
 16. Bedi M., Varshney V. P., Babbar R. Role of cardiovascular reactivity to mental stress in predicting future hypertension // Clin. Exp. Hypertens. – 2000. – 22, № 1. – P. 1–22.
 17. Bailey, J.E., 1998. Mathematical modeling and analysis in biochemical engineering: Past accomplishments and future opportunities. Biotechnol. Prog. 14, 8–20.
 18. Новиков, В.С. Горная гипоксия /В.С. Новиков, А.В. Дергунов, В.Ю. Шанин// Гипоксия. Адаптация, патогенез, клиника / под ред. Ю.Л. Шевченко. - СПб.: ООО «ЭЛБИ-СПб», 2000. - С. 24-58
 19. Hatzimanikatis, V., Floudas, C., Bailey, J., 1995. A mathematical model for the G1/S transition of the mamalian cell cycle. Biotechnol. Lett. 17, 669–674.

20. Revett, K., Ruppin, E., Goodall, S., Reggia, J.A., 1998. Spreading depression in focal ischemia: A computational study. *J. CBF Metab.* 18, 998–1007.
21. Thrash JC, Torbett BE, Carson MJ: Developmental regulation of TREM2 and DAP12 expression in the murine CNS: implications for Nasu-Hakola disease. *Neurochem Res* 2009, 34:38–45.
22. Chertoff M, Shrivastava K, Gonzalez B, Acarin L, Gimenez-Llort L: Differential modulation of TREM2 protein during postnatal brain development in mice. *PLoS ONE* 2013, 8:e72083.
23. Ford JW, McVicar DW: TREM and TREM-type receptors in inflammation and disease. *Curr Opin Immunol* 2009, 21:38–46.
24. Хрущев, СВ. Взаимосвязь биологического возраста с морфофункциональными особенностями детей и подростков / СВ. Хрущев // Педиатрия. -1980. -№ 12. - С. 3-5.
25. Yilmaz G, Arumugam TV, Stokes KY, Granger DN: Role of T lymphocytes and interferon-gamma in ischemic stroke. *Circulation* 2006, 113:2105–2112.
26. Hurn PD, Subramanian S, Parker SM, Afentoulis ME, Kaler LJ, Vandenbark AA, Offner H: T- and B-cell-deficient mice with experimental stroke have reduced lesion size and inflammation. *J Cereb Blood Flow Metab* 2007, 27:1798–1805.
27. Winerdal M, Winerdal ME, Kinn J, Urmaliya V, Winqvist O, Aden U: Long lasting local and systemic inflammation after cerebral hypoxic ischemia in newborn mice. *PLoS ONE* 2012, 7:e36422.
28. Bona E, Andersson AL, Blomgren K, Gilland E, Puka-Sundvall M, Gustafson K, Hagberg H: Chemokine and inflammatory cell response to hypoxiaischemia in immature rats. *Pediatr Res* 1999, 45:500–509.
29. Яковлев, Г.М. Резистентность, стресс, регуляция / Г.М. Яковлев, В.С. Новиков, В.Х. Хавинсон. -Л.: Наука, 1990. -238 с.
30. Adkins B, Leclerc C, Marshall-Clarke S: Neonatal adaptive immunity comes of age. *Nat Rev Immunol* 2004, 4:553–564.
31. Spits H, Di Santo JP: The expanding family of innate lymphoid cells:

- regulators and effectors of immunity and tissue remodeling. *Nat Immunol* 2011, 12:21–27.
32. PrabhuDas M, Adkins B, Gans H, King C, Levy O, Ramilo O, Siegrist CA: Challenges in infant immunity: implications for responses to infection and vaccines. *Nat Immunol* 2011, 12:189–194.
 33. Zaghouani H, Hoeman CM, Adkins B: Neonatal immunity: faulty T-helpers and the shortcomings of dendritic cells. *Trends Immunol* 2009, 30:585–591.
 34. Folkerth RD, Keefe RJ, Haynes RL, Trachtenberg FL, Volpe JJ, Kinney HC: Interferon-gamma expression in periventricular leukomalacia in the human brain. *Brain Pathol* 2004, 14:265–274.
 35. Григорьев, А.И. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине / А.И. Григорьев, Р.М. Баевский. — М.: Слово, 2001. — 96 с.
 36. Исаев, Г.Г. Предельная работоспособность к функции дыхательных мышц человека при добавочном сопротивлении, дыхании на фоне измененного хеморецепторного стимула / Г.Г. Исаев, М.О. Сагизбаева // Физиология человека. — 1997. - Т. 23, № 2. - С. 107-114
 37. Коробков, А.В. Физиология адаптации // Нормальная физиология / А.В. Коробков. — М.: Высшая школа, 1980. - С. 494-519.
 38. Колчинская А.З. Использование ступенчатой адаптации к гипоксии в медицине /Вестник Российской Академии Наук, 1997, № 5, с. 12-19.
 39. Филиппов М.М. Процесс массопереноса респираторных газов при мышечной деятельности. Степени гипоксии нагрузки //Вторичная тканевая гипоксия /Под ред. А.З. Колчинской. - Киев: Наукова думка, 1983, с. 197-216.
 40. Bakanychev A., Zakusilo M., Kolchinskaya A. et al. Interval hypoxic training //Hypoxia Med. J., 1993. Edit. in chief A.Z. Kolchinskaya, N 1, p. 27-37, N 2, p. 28-40.
 41. Волков Н.И., Карасев А.В., Хосни М. Теория и практика интервальной тренировки в спорте. - М.: Военная академия им. Ф.Э. Дзержинского, 1995. -196с.

42. Джейсон VisualC# .NET. Полное руководство / Джейсон, Майк Прайс; , Гандэрлой. - М.: КоронаПринт, 2004. - 960 с.
43. Нейгел, К. С# 2005 для профессионалов/ К. Нейгел. - М.: Вильямс, 2006. - 309 с.
44. Рихтер CLRviaC#. Программирование на платформе Microsoft .NETFramework 2.0 на языке С# / Рихтер, Джеффри. - М.: Питер, 2007. - 656 с.
45. Робинсон, С. С# для профессионалов/ С. Робинсон, О. Корнес, Д. Глинн, и др.. - М.: ЛОРИ, 2005. - 883 с.
46. Алекс, Макки Введение в .NET 4.0 и VisualStudio 2010 для профессионалов/Макки Алекс. - М.: Диалектика / Вильямс, 2010. - 365 с.
47. Гросс, Кристиан С# 2008 и платформа .NET 3.5 Framework / Кристиан Гросс. - М.: Вильямс, 2009. - 480 с.
48. Дино, Эспозито Программирование на основе MicrosoftASP.NETMVC / Эспозито Дино. - М.: Русская Редакция, 2012. - 486 с.
49. Мак-Дональд, Мэтью Silverlight 2 с примерами на С# 2008 для профессионалов/Мэтью Мак-Дональд. - М.: Вильямс, 2009. - 544 с.
50. Фримен, Адам ASP.NETMVC 5 с примерами на С# 5.0 для профессионалов/ Адам Фримен. - М.: Вильямс, 2015. - 736 с.

ДОДАТОК А

Система підготовки до змагань в горах з використанням методу гіпокситерапії

Апробація

УКР.НТУУ “КПІ” ім. І. Сікорського. ТМ31145_18М

Аркушів 7

2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ НАУКОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ

Матеріали XVI Міжнародної
науково-практичної конференції
аспірантів, магістрантів і студентів
м. Київ, 24-27 квітня 2018 року,

ТОМ 1



Київ- 2018

SCADA-система для сонячних колекторів.*КОКОТОВА Д.О., магістрант гр. ТА-371мн**Керівник - ст.викл. Некрашевич О.В.***Система керування проектами за методологією Scrum на платформі SharePoint.***КРЕПАК О.В., магістрант гр. ТМ-71мн**Керівник - доц., к.т.н. Тихоход В.О.***Проблеми автоматизації рефакторингу програмного коду.***ЛИСЯНИЙ Є.С., магістрант гр. ТВ-71мн**Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.***Система керування базою програмного коду на платформі Office 365.***ЛИТВИНЕНКО Д.С., магістрант гр. ТМ-71мн**Керівник - доц., к.т.н. Тихоход В.О.***Особливості впливу гіпокситерапії на розумову та фізичну працездатність.***МОРОЗОВ Д.С., магістрант гр. ТМ-71мн**Керівник - проф., д.т.н. Сліпченко В.Г.***Застосування нейронної мережі Кохонена для визначення виду гіпоксії.***ПЕКАРЧУК М.С., магістрант гр. ТВ-71мн**Керівник — ст. викл. Полягушко Л.Г.***Аналіз методів прогнозування розвитку гіпоксії.***РОМАНЮК К.Р., магістрант гр. ТВ-71мн**Керівник — ст. викл. Полягушко Л.Г.***Підсистема ведення бібліотеки гідроакустичних моделей.***СУК С.В., спеціаліст гр. ТІ-61с**Керівник - ст.викл. Гайдаржи В.І.***Моделювання процесів кардіореспіраторної системи людини під впливом гіпоксії.***ТКАЧУК В.А., магістрант гр. ТМ-71мн**Керівник - проф., д.т.н. Сліпченко В.Г.***Засоби корегування планів навчання до потреб ІТринку праці.***ХОХЛОВА Я.Г., магістрант гр. ТР-71мн**Керівник - доц., к.т.н. Гагарін О.О.***Проблеми автоматичного налаштування динамічних реєстрів електронних інформаційних ресурсів.***ЧАЙКА А.Ю., магістрант гр. ТІ-71мн**Керівник - доц., к.ф.-м.н. Карпенко С.Г.***Система підготовки спортсменів до змагань в горах (використання гіпокситерапії).***ШТОКАЛ Є.П., магістрант гр. ТМ-71мн**Керівник - проф., д.т.н. Сліпченко В.Г.***Система моніторингу споживання електроенергії.***АМБРОС С.М., студент гр. ТІ-41**Керівник - ст.викл. Дацюк О.А.***Система контролю мікроклімату приміщення.***АТАМАН Ю.С., студент гр. ТІ-41**Керівник - ст.викл. Дацюк О.А.*

УДК 621.43.056:632.15

Магістрант 5 курсу, гр. ТМ-71мп Штокал Є.П.
Проф., д.т.н. Сліпченко В.Г.

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ (ВИКОРИСТАННЯ ГІПОКСИТЕРАПІЇ)

Адаптація людини до висотної гіпоксії є складною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму.

Саме тому актуальною є задача підготовки спортсменів до тривалого перебування в горах, підвищення фізичної витривалості та забезпечення нормального функціонування всім систем людського організму в умовах природного кисневого нестатку. Вирішенням цієї задачі є впровадження в центрах підготовки спортсменів аналітичної системи підготовки спортсменів. Це система аналізу, заснована на проведенні типових вимірювань і перевірок, що забезпечують правильну роботу систем людського організму в умовах гірської гіпоксії за рахунок порівняння цих параметрів при різному постачанні киснем та передбачення їх у подальшому з урахуванням затраченої організмом кількості енергії. Функціонування системи підготовки спортсменів до умов гіпоксії слід розглядати як початковий процес, здатний враховувати зміни, що відбудуться з людиною в гірських умовах, а також спрогнозувати вимірювані параметри, такі як час реакції, швидкість відновлення дихання, тощо.

Значною проблемою в підготовці може стати неправильно побудоване тренування в умовах середньогір'я і високогір'я (надвисокі навантаження, нерациональне чергування роботи і відпочинку і), що може призвести до надмірного стресу, при якому сумація дії гірської гіпоксії і гіпоксії навантаження здатні привести до реакцій, характерних для хронічної гірської хвороби.

З використанням системи підготовки спортсмени, адаптовані до навантажень на витривалість, пристосовуються до умов середньогір'я і високогір'я швидше, ніж особи, що не займаються спортом, або спортсмени, що спеціалізуються в швидкісно-силових видах спорту. Наприклад, для досягнення максимальних величин об'єму циркулюючої крові і маси циркулюючих еритроцитів на висоті 3200 м в умовах звичайного режиму життя необхідно близько 40 днів. Проте залежно від перерахованих вище чинників цей період може бути скорочений в 1,5-2 рази.

Спеціальні дослідження, а також досвід підготовки видатних спортсменів у різних країнах світу переконливо демонструють, що основне місце в системі гіпоксичної підготовки спортсменів повинно займати природне тренування в горах, що викликає помітно більш виражені реакції та ефективне протікання адаптації у порівнянні з гіпоксичним тренуванням в штучно створених умовах, однак штучна система підготовки до гіпоксичних умов при її раціональному використанні дозволяє вдало доповнювати тренування в горах, усуваючи багато організаційних та методичних недоліків природної підготовки.

Перелік посилань:

1. Келлер В. С. Теоретико-методичні основи підготовки спортсменів / Келлер В. С., Платонов В. М. – Л.: Українська спортивна Асоціація, 1992. – 269 с.
2. Платонов В. М. Фізична підготовка спортсмена / Платонов В. М., Булатова М. М. – К.: Олімпійська література, 1995. – 320с.
3. <http://ullutau.ru/documents/medical/?id=119>

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний
університет»**

МАТЕРІАЛИ

**IV Міжнародної науково-технічної конференції
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

MATERIALS

**IV-th International scientific-technical conference
COMPUTER MODELING AND OPTIMIZATION OF
COMPLEX SYSTEMS**

МАТЕРИАЛЫ

**IV Международной научно-технической конференции
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

**1-2 листопада 2018 року
м. Дніпро**

МЕТОД ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОМ ТА ПОСТАЧАЛЬНИКОМ НА ОСНОВІ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ <i>Патрушев В. О., Патрушева О. І.</i>	284
ЕКСПЕРТНА СИСТЕМИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ГІПОКСИТЕРАПІЇ <i>Пекарчук М. С., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	291
РОЗРОБКА МЕДИЧНОЇ СКС З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН <i>Попов Д. С.</i>	293
КОНЦЕПЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ <i>Прокопчук Ю. А.</i>	296
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСЛУГ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ <i>Рева А. А., Смидович Л. С.</i>	300
ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТОКОЛУ ПЕРЕДАЧІ ФАЙЛІВ SIMPLE FTP ЗГІДНО ДО СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ТА РОБОТИ В УМОВАХ БАГАТОПОТОКОВОСТІ <i>Редька М. О.</i>	302
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ АДМІНІСТРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ <i>Сгонников А. С., Волинець Н. С.</i>	304
ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПРОГРАММНОГО АГЕНТА НА ОСНОВЕ МЕТАЭВРИСТИК И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ <i>Федоров Е. Е., Чичужко М. В., Чичужко В. О.</i>	306
РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ В ERLANG <i>Шаповалова С. І., Мажара О. О.</i>	308
ФОРМАЛЬНО-АЛГОРИТМІЧНА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ МОДЕЛЕЙ КЕЙСІВ ДАНИХ ПРО ПРОЦЕС БУРІННЯ <i>Шекета В. І., Чесаповський М. С., Потеряйло Л. О.</i>	312
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА ТЕСТОВИМИ ЗАВДАННЯМИ <i>Шелехов І. В., Пилипенко С. О., Прилепа Д. В.</i>	315
СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІПОКСИТЕРАПІЇ <i>Штокал Є. П., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	318

Штокал Є. П., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Адаптація людини до висотної гіпоксії є складною неспецифічною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму. Адаптація до гіпоксії сприяє підвищенню резистентності організму до небажаних факторів зовнішнього середовища, а також поліпшує ефективність функціонування організму [1]. Багаточисельними дослідженнями встановлено, що підвищення стійкості організму до дії гіпоксії та формування адаптації до неї поліпшує кисневу забезпеченість організму та підвищує фізичну витривалість. У спортивній практиці для підвищення функціональних резервів організму та підготовки до змагань використовують метод гіпокситерапії, але розрахунок режиму гіпокситерапії, зокрема тривалості гіпоксичного впливу, залишається невивченим. Саме тому актуальною є задача розробки програмного продукту для розрахунку тривалості гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії.

Вирішенням цієї задачі є впровадження в центрах підготовки спортсменів аналітичної системи підготовки спортсменів. Це система аналізу, що дозволяє визначити оптимальну тривалість гіпоксичного впливу в залежності від вхідних параметрів.

Функціонування системи підготовки спортсменів до умов гіпоксії слід розглядати як початковий процес, здатний враховувати зміни, що відбудуться з людиною в процесі її гіпоксичного тренування.

Мета дослідження полягає в розробці програмного продукту, який дозволить розраховувати тривалість гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії в залежності від різних параметрів організму спортсмена, а також його виду спорту.

Наприклад, для визначення тривалості періодичного дихання гравців регбі було використано метод регресійного аналізу, який визначає роль кожного показника системи транспорту кисню при забезпеченні гіпоксичної ефективності. Представлена математична модель регресійного аналізу була розрахована з урахуванням ігрової ролі гравців регбі і показує взаємодію міжсистемних та внутрішньо-системних зв'язків у регуляції тривалості періодичного гіпоксичного дихання. Формула (1) показує значення та взаємозв'язок факторів кардіореспіраторної системи регбістів лінії атаки [2].

$$T_{\min 1} = 3.75 \times FB + 5.85 \times FB_{Tex} + 3.19 \times HB - 2.15 \times COO_2 - 1.37 \times DO + 1.05 \times FeCO_2 + 2.15 \times FeO_2 + 0.72 \times LV + 0.17 \times FB_{Tin} \quad (1)$$

Де $T_{\min 1}$ - тривалість періодичного дихання в першій сесії, FB - частота дихання, FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху, HB - частота серцебиття, DO - дихальний об'єм, COO_2 - коефіцієнт використання кисню,

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, FeO_2 - концентрація кисню при видиху, LV - життєва здатність легенів, FB_{fin} - об'єм форсованого вдиху.

Використовуючи метод зворотної регресії (формула 2), було встановлено, що визначальними чинниками для гравців регбі в лінії атаки були частота дихання (FB), об'єм форсованого видиху (FB_{ex}) та частота серцевих скорочень (HB) [2].

$$T_{min1} = 6.85 \times FB + 5.67 \times FB_{ex} + 3.75 \times HB \quad (2)$$

Програмний продукт, побудований на таких моделях, дає змогу користувачу порахувати оптимальну тривалість гіпоксичного тренування на основі введених в систему вхідних даних та обраного виду спорту (біг з перешкодами, карате, регбі). Також користувач має можливість додавати нових спортсменів, редагувати інформації про існуючих, зберігати змін у базі даних, переглядати зміни значень параметрів організму у вигляді інфографіки.

Потенційними користувачами програмного продукту є працівники фізіотерапевтичних відділів лікарень, центрів підготовки спортсменів, спортивних клубів та організацій, особисті фізіотерапевти спортсменів.

З використанням системи підготовки спортсмени, адаптовані до навантажень на витривалість, пристосовуються до умов середньогір'я і високогір'я швидше, ніж особи, що не займаються спортом, або спортсмени, що спеціалізуються у швидкісно-силових видах спорту. Наприклад, для досягнення максимальних величин об'єму циркулюючої крові і маси циркулюючих еритроцитів на висоті 3200 м в умовах звичайного режиму життя необхідно близько 40 днів. Проте залежно від перерахованих вище чинників цей період може бути скорочений в 1,5-2 рази [3].

Функціонування запропонованого програмного продукту та його роль в системі підготовки спортсменів до умов гіпоксії слід розглядати як початковий процес, здатний враховувати зміни, що відбудуться з людиною в гірських умовах, а також спрогнозувати оптимальну тривалість гіпоксичних тренувань. Розроблений програмний продукт може бути інтегрованим в більш складні системи підтримки прийняття рішень або ж функціонувати як окремий модуль.

Список літературних джерел

1. Келлер В. С. Теоретико-методичні основи підготовки спортсменів / В. С. Келлер, В. М. Платонов // Л.: Українська спортивна Асоціація, 1992. – 269 с.
2. Rovniy A., Pasko V., Martyrosyan A. Adaptation of the cardiorespiratory system to hypoxic actions of the rugby players depending on the playing position. *Journal of Physical Education and Sport*, 2017; 17(2). Pp. 804-809. doi:10.7752/jpes.2017.02122.
3. Матвеев Л. П. Загальна теорія спорту і її практичні аспекти / Л. П. Матвеев // М.: Новини, 2001. – 334 с.

ДОДАТОК Б

Система підготовки до змагань в горах з використанням методу гіпокситерапії

Акт впровадження

УКР.НТУУ “КПІ” ім. І. Сікорського. ТМ31145_18М

Аркушів 2

2018